

CLIPPEDIMAGE= JP401097905A

PAT-NO: JP401097905A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01097905 A

TITLE: OPTICAL MULTIPLEXER/DEMULTIPLEXER

PUBN-DATE: April 17, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SANO, HIROHISA

IMOTO, KATSUYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62253643

APPL-DATE: October 9, 1987

INT-CL (IPC): G02B006/12

US-CL-CURRENT: 385/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To constitute a small-sized optical multiplexer/demultiplexer having a high wavelength separation capability by providing plural waveguides in parallel in a second stage after providing plural waveguides in parallel in a first stage.

CONSTITUTION: Light beams 14 and 15 having wavelengths  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$  from a waveguide 1 are divided to waveguides 2 and 3 in accordance with wavelengths because the center wavelength in coupling between waveguides 2 and 3 and the waveguide 1 is selected to be  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$ . Auxiliary waveguides 4 and 5 eliminate

light beams 14 and 15 having wavelengths  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$  as unnecessary light from waveguides 2 and 3. That is, not only wavelength demultiplexing is performed but also a large attenuation quantity in the stop band is taken by the constitution of first and third waveguides, and unnecessary leaked light is suppressed furthermore by third and fourth waveguides. Thus, the optical multiplexer/demultiplexer having a prescribed wavelength separation capability is realized with a short element length and it is miniaturized.

COPYRIGHT: (C)1989, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-97905

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)4月17日

G 02 B 6/12

F-7036-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 光合分波器

⑭ 特 願 昭62-253643

⑮ 出 願 昭62(1987)10月9日

⑯ 発 明 者 佐 野 博 久 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑯ 発 明 者 井 本 克 之 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑱ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光合分波器

## 2. 特許請求の範囲

1. 第1の導波路に少なくとも2本の導波路を結合配置させ、その中の少なくとも一本の導波路の延長部に少なくとも2本の導波路を結合させて、少なくとも5本の導波路で構成されたことを特徴とする光合分波器。

2. 特許請求の範囲第1項において、上記導波路の寸法または屈折率を互いに異なるように選んだことを特徴とする光合分波器。

3. 特許請求の範囲第1項又は第2項において、上記光合分波器を直列に接続したことを特徴とする光合分波器。

4. 特許請求の範囲第1項、第2項又は第3項において、上記導波路端に発光素子もしくは受光素子を配置したことを特徴とする光合分波器。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光合分波器およびそれを用いた波長多重伝送用光モジュールに関し、特に集積化に適した導波路形光合分波器に関するものである。

〔従来の技術〕

光合分波器は、光波長多重伝送におけるキーデバイスである。しかし、従来の光合分波器は、干渉膜フィルタや回折格子の様な個別部品を用いて構成されていたため、量産性が低く、低コスト化が難しいという問題を持っていた。導波路形光合分波器は、この様な問題点を解決するために提案されたものである。

方向性結合器を用いた光合分波器は、現在までに提案されている各種の導波路形光合分波器のなかでも、最も実現性が高い構成法である。佐々木および大黒：方向性結合器形光合分波器（昭和53年度電子通信学会総合全国大会、S6-2）は、その一例であるが、これは2つの光導波路を並列に配置して結合器を構成し、その結合度の波長依存性を利用して光合分波を行うというものである。また、同報告において、複数の光合分波器

を直列に接続することにより、アイソレーション特性の改善をはかった構成についても述べられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術の光合分波器で用いられている方向性結合器は、単独では約10dB程度の波長分離能力しかない。このため、多段構成を取ることが必要となるのであるが、この場合でも40dBの波長分離能を得るためには結合器を3段以上接続する必要がある。方向性結合器の素子長は、通常1~2cm程度になるので、これを3段接続した素子は素子長が5cm近くになつてしまう。これは単に素子をコンパクトに出来ないということのみならず、現在の半導体プロセスでの製作が非常に難しくなるということをも意味する。

本発明の目的は、高い波長分離能を有し、かつ小型の光合分波器を構成することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、第1の導波路に少なくとも2本の第2、第3の導波路を結合配置させ、該第2、第

選ばれているためである。補助導波路4および5は、導波路2および3から、それぞれ不要光となる波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光を除去する働きをもつものである。第2図(a)は補助導波路有りの場合の単独の結合器の波長特性を、また同(b)は補助導波路無しの場合の波長特性をそれぞれ示す。両者を比較すると、補助導波路の付加により波長分離能が約8dB程度向上し、結果的に20dB以上の波長分離能が得られていることが解る。この方向性結合器を2段直列に接続すれば、容易に40dB以上の波長分離能を得ることが出来る。

第1図の実施例の光合分波器は、図中にa、bと書いた2段の光結合器部分の直列結合より成っている。a部分は従来例の光合分波器と同一の構成であり、導波路1より入った光は異種導波路間結合の波長依存性によつて導波路2および3に、それぞれ波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光が分波される。b部分は阻止域減衰量を高めるために形成した結合器である。b部分では、a部分で波長に応じて導波路2および3に分波されたのと同様の過程を通じ

3の導波路の少なくとも1本の導波路の延長部に少なくとも第4、第5の導波路を結合させた構成にすることによつて達成される。

〔作用〕

第1、2、および3の導波路構成で波長分波を行つと同時に阻止域減衰量を大きくとり、ついで第3および第4の導波路で不要漏洩光をさらに抑圧する。従来法と異なる点は、従来法は直列に3段以上縦続接続することにより波長分波特性を改善する方法であるために、横方向に非常に長くなる。これに対して本発明は、第1段目で並列に複数の導波路を設けて波長分波特性を鋭くした上で、さらに第2段目でも並列に複数の導波路を設けて波長分波特性を改善したものである。

〔実施例〕

第1図(a)(b)は本発明の一実施例を示す図である。図において、導波路1から入った波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光は波長に応じて導波路2および3に分けられる。これは、導波路2(3)と導波路1との結合において、その中心波長が $\lambda_1$ ( $\lambda_2$ )となる様に

て、再び光は導波路6および7に移り変つていき、出力光として取り出される。補助導波路4、5、8、9、10、11は不要となる光を除去するフィルタの役目を果している。このように本実施例では、入力から出力の間で2段の結合器を通過するため、阻止域減衰量は単独の場合の約2倍に高められるので、40dB以上のアイソレーションを得ることは容易である。導波路1と2(3)及び2と6(3と7)は、導波路構造を変える必要があるが、導波路1と6(7)は同形に選ぶことも可能である。つまり、入力部と出力部は全く同一の導波路構造を用いる事が可能となる。このため入出力部に同一種類のファイバを高効率で接続することが可能となる。

第3図に本発明の別の実施例を示す。この実施例は、結合器部分の構成は第1図と同一となつてはいるが、第1図のaとbに相当する部分の間に導波光の方向変換を行うための反射壁を挿入している点に特徴がある。第2図中に示した反射壁は光の全反射を用いて光の方向変換を行う光回路である

が、この他に壁面に多層膜を蒸着させることで反射壁を構成しても良い。第3図のような構成をとることによつて、結合器の多段接続を素子長の増大を伴わずに行うことが可能となる。

第4図に本発明の光合分波器の別の実施例を示す。この実施例は反射壁を用いる点で第2図の実施例と同様であるが、反射壁を多層で形成し、その波長分離特性を阻止域波衰量向上の為に利用している点に特徴がある。この多層膜は蒸着又はCVD等を用いれば素子側面にも十分な精度で作製することが可能である。また、その取り付け角度が図中cおよびdで異なっているのは反射特性の中心波長を $\lambda_1$ および $\lambda_2$ に合わせるためである。

第5図は、補助導波路の本数を減らして構成の単純化を計つた実施例である。補助導波路数を減らすことで、波長分離能は劣化するがパターン数減少に伴うマスク製作コストの低減等の効果を期待することが出来る。特に、双方向通信に光合分波器を用いる場合には、出力端の一方に発光素子、もう一方に受光素子を接続することになるので、

$\lambda_1$ および $\lambda_2$ と $\lambda_0$ の2つの波長群に分離された光は、より狭帯域の特性を持つb部分の合分波器で、さらに4波に分離されて取り出される。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、所定の波長分離能を持つ光合分波器を、従来よりも大幅に短い素子長で実現出来る。これにより、小形化が達成されると共に、通常の半導体プロセスを用いることによる大幅な製造コスト低減も可能となる。また、本発明の光合分波器では、入出力端の導波路の構造をほぼ同じにすることが出来るので、入出力端に光ファイバを接続する場合における結合損失を小さくすることが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光合分波器の一実施例を示す図、第2図は一段の方向性結合器の分波特性図、第3図、第4図及び第5図はそれぞれ別の実施例を示す図、第6図は本発明の光合分波器を用いた光波長多重伝送モジュールの実施例を示す図、第7図は本発明の光合分波器の別の実施例を示す図

発光素子側の出力端では、それ程高い波長分離特性は必要とされない。このため第5図の実施例の構成で、スペックを満たすことは十分に可能である。

第6図は、本発明の光合分波器を用いた光波長多重伝送用モジュールの一実施例である。この実施例では、入力側に光ファイバを、出力側に発光および受光素子を配置しているが、この構成例の他にも、出力側にも光ファイバを接続した構成等の種々の応用が考えられる。基板13の材料としてはSiのような半導体から $\text{SiO}_2$ 、 $\text{LiNbO}_3$ のような誘電体まで種々のものを使用することが可能である。特に、前者の半導体基板（特にGaAs, InP）を用いた時には、発光、受光素子も含めて、モノリシックにモジュールを構成することも可能であり、将来性が高い。

第7図は、本発明の光合分波器の別の実施例である。この実施例は第1図に相当する光合分波器を2段に直列接続することにより、4波の合分波を行う点に特徴がある。図中のa部分で、 $\lambda_1$ と

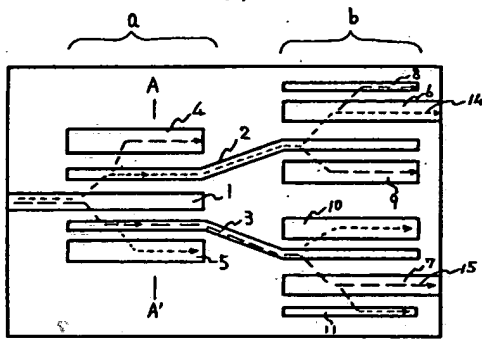
である。

1, 2, 3, 6, 7…導波路、4, 5, 8～11…補助導波路、12…クラッド、13…基板、14…光ファイバ、14, 15…発光（受光）素子、13, 14, 17, 18, 21～24…導波路、15, 16, 19, 20, 25～32…補助導波路。

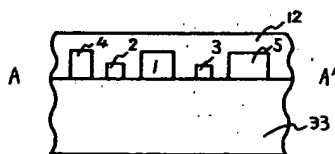
代理人 弁理士 小川勝男



第 1 圖  
(a)

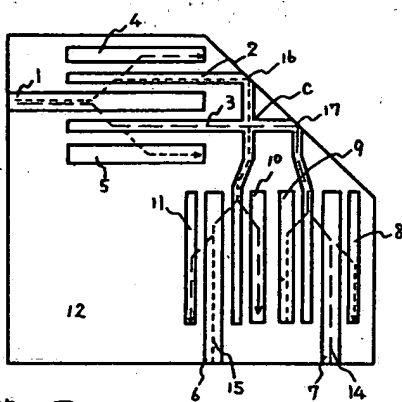


(b)

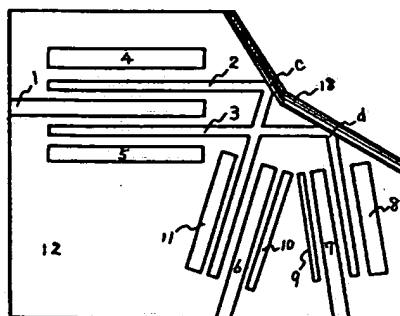


1-3.6.7 導波路  
4-5.8-11 補助導波路  
12 クラウド  
14 波長入1の光  
15 波長入2の光  
33 基板

第 3 図

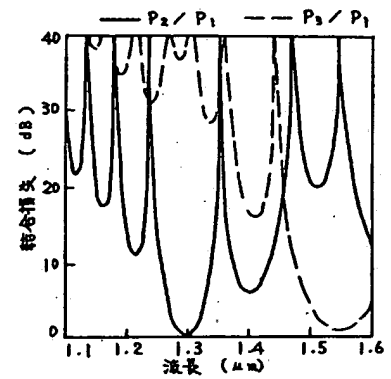


第 4 圖

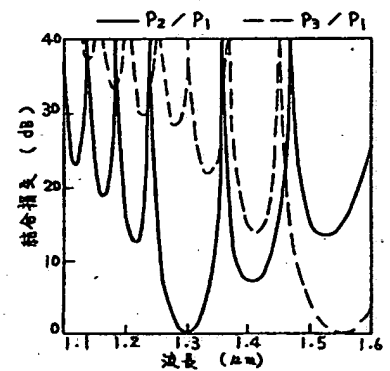


12.6.7 單邊路  
4.5.8-11 補助單邊路  
12 クラウド  
14 波長入1の光  
15 波長入2の光  
16.17 反射器  
18 多層膜

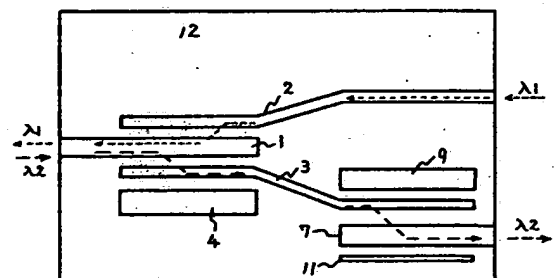
第 2 团  
(A)



(b)

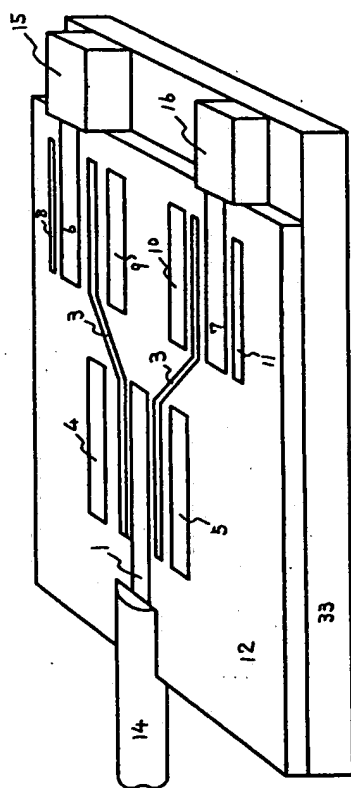


第 5 回



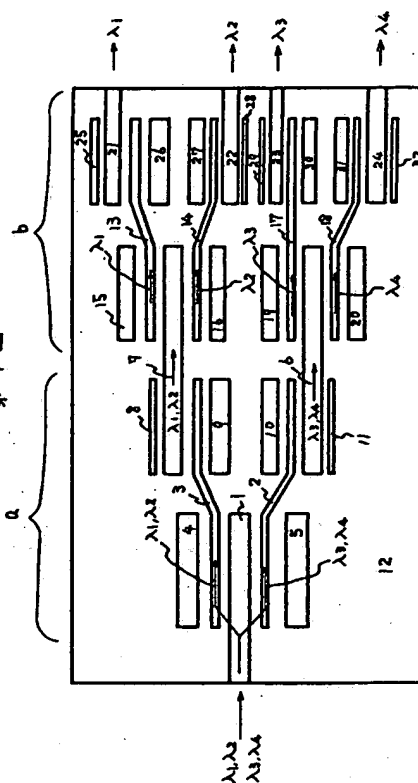
1~3, 6, 7 單波路  
4, 9, 11 補助單波路  
12 フラット

第 6 図



- 1~3, 6, 7 導通路  
4, 5, 8~11 補助導通路  
12 7ラット  
14 発光素子  
15 発光素子  
16 発光素子  
33 基板

第 7 図



- 1~3, 6, 7, 13, 14, 17, 18, 21~24 導通路  
4, 5, 8~11, 15, 16, 19, 20, 25~32 補助導通路  
12 7ラット